

Таким образом, программа предоставляет структуру компонентов настроенных на роутере и дает возможность быстро проанализировать их настройки и взаимодействие. Данная концепция является первым шагом к созданию визуального моделирования структуры роутера. Что позволит свести настройку маршрутизаторов и другого сетевого оборудования к простой компоновке визуальных компонентов, вследствие которой будут сгенерированы настройки сетевого оборудования.

Приложение способно предоставить информацию о потреблении ресурсов различными виртуальными компонентами сетевого оборудования. Это становится все более необходимым при текущих уровнях виртуализации, когда уже не представляется возможным оперировать понятиями линии передачи данных. Каждый физический канал делится на несколько виртуальных, каждый маршрутизатор становится несколькими независимыми устройствами. Поэтому нужны эффективные средства по демонстрации текущих настроек и мониторингу.

Выводы. Были исследованы технологии виртуализации сетевого оборудования и рассмотрены основные возможности их применения. Разработано приложение, позволяющее дополнить стандартные программные средства Cisco SDM, в частности, касающиеся вопросов визуального представления соответствия виртуальных компонентов реальным, а также расширенного мониторинга загрузки CPU маршрутизатора. Данная программа должна обеспечить возможность системному администратору получать информацию не только об общем расходе аппаратных ресурсов сетевого оборудования, а и о некоторых его изолированных виртуальных подсистемах (например, VRF таблицах). Программа достаточно подробно отображает существующие структуры на сетевом оборудовании (ACL-списки, виртуальные подынтерфейсы и VRF таблицы).

Практическая ценность предложенных алгоритмов заключается в следующем: 1) нет необходимости во внесении дополнительных настроек в конфигурацию маршрутизатора; 2) при опросе устройства потребляется минимум ресурсов; 3) существует возможность изменения частоты опроса с заданием необходимого уровня интерактивности при отображении графиков; 4) возможен анализ структуры устройств, к которым нет подключения.

При желании блок анализа конфигурации в приложении может быть расширен до необходимого уровня, что позволит использовать программный комплекс в крупных корпоративных сетях или сетях интернет-провайдеров.

Список использованных источников

1. Леммл Т. Cisco Certified Network Associate Учебное руководство / Т. Леммл. СПб.: Лори, 2002 – 576 с.
2. Амато В. Основы организации сетей Cisco / В. Амато. – М.: Вильямс, 2004. – 512 с.
3. Хабракен Д. Как работать с маршрутизаторами Cisco / Д. Хабракен. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 320 с.
4. Боллапрагада В., Мерфи К., Уайт Р. Структура операционной системы Cisco IOS / В. Боллапрагада, К. Мерфи, Р. Уайт. – М.: Вильямс, 2006. – 735с.

Рекомендовано до друку: д-ром техн. наук, проф. Перевсрзевим А.В.

УДК 681.518.54

Л.І. Мещеряков, д-р техн. наук, Н.П. Уланова, Л.В. Карманова, А.Л. Ширін канд-ти техн. Наук (Україна, Дніпро, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»)

СТАТИСТИЧНІ МОМЕНТНІ ЗВ'ЯЗКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ В СИСТЕМАХ РОЗПІЗНАВАННЯ

Анотація. Показана необхідність аналізу існуючих методів представлення сигналів технологічного та технічного контролю роботи гірничих електромеханічних комплексів та формування методів розширення інформаційного забезпечення систем автоматизованого керування. Обґрунтовано множинне представлення вхідних, вихідних змінних і змінних стану здійснювати через випадкові величини та випадкові функції. Сформована схема та аналітичне представлення розподілу параметрів гірничих електромеханічних комплексів та їх щільності імовірності в системах розпізнавання.

Ключові слова: розпізнавання, сигнали, ідентифікація, умовна ймовірність.

Аннотація. Показана необхідність аналізу існуючих методів представлення сигналів технологічного і технічного контролю роботи гірних електромеханічних комплексів і формування методів розширення інформаційного забезпечення систем автоматизованого управління. Обосновано множественне представлення входних, вихідних змінних і змінних станів виконувати через випадкові величини і випадкові функції. Сформована схема і аналітичне представлення розподілення параметрів гірних електромеханічних комплексів і їх щільностей в системах розпізнавання.

Ключевые слова: розпізнавання, сигнали, ідентифікація, умовна ймовірність.

Abstract. A necessity is shown of analysis of existing methods of presentation of signals of technological and technical control of work of mountain electromechanics complexes and forming of methods of expansion of the informative providing of the systems of the automated management. The plural presentation is grounded of entrance, output variables and state variables to execute through the accidental sizes and accidental functions. A chart is formed and analytical presentation distributing of parameters of mountain electromechanics complexes and their closenesses of probability in the systems of recognition.

Keywords: recognition, signals, authentication, conditional probability.

Вступ. На гірничих підприємствах в системах автоматизації для ідентифікації та керування робочих процесів через поточні значення технічних та технологічних параметрів використовуються двовірні інформаційні сигнали по входу та виходу об'єктів, що контролюються в технологічних лініях. В основному ці об'єкти являються по суті гірничими електромеханічними комплексами (ГЕМК). При цьому в процесі промислової експлуатації, внаслідок постійного зносу конструктивних елементів, які їх складають, змінюється оперативний технічний стан останніх, що зумовлює стохастичні нелінійні зміни також і параметрів технологічних процесів. З метою підвищення точності визначення оперативних значень основних виробничих характеристик існуючих технічних та технологічних параметрів необхідно виявлення інформаційно чутливих ознак змін, що відбуваються в процесі експлуатації ГЕМК. Це може бути досягнуто за рахунок розширення інформаційного забезпечення систем автоматизованого розпізнавання та керування, що підвищить достовірність процесів ідентифікації і відповідно якість процесів керування об'єктів гірничого виробництва, які через складні умови промислової експлуатації в найбільшій мірі зазнають неврахованих впливів [1, 3].

Постановка задачі. Аналіз існуючих методів представлення сигналів технологічного та технічного контролю роботи гірничих електромеханічних комплексів та формування методів розширення інформаційного забезпечення систем автоматизованого керування.

Основний зміст роботи. Задачі структурної та параметричної діагностичної ідентифікації інформаційних характеристик технологічних процесів і гірничих електромеханічних комплексів ґрунтуються на результатах множинних вимірів вхідних і вихідних сигналів які супроводять їх роботу. З огляду на діагностичні цілі, раніше використовувана множина параметрів входу та виходу, які вказувалося вище, має потребу в доповненні параметрами сигналів поточного стану ГЕМК. При цьому використовуваний набір факторів – вхідний вплив, стан і вихідний вплив може характеризуватися якісно та кількісно. Відповідно до цього якісна характеристика забезпечується ймовірнісним описом функціонально зв'язаної множини випадкових подій, а кількісна характеристика – таким же описом випадкових величин миттєвих значень інформаційних сигналів (температурних, вібраційних, енергетичних, акустичних та ін.). Насамперед треба визначити, що при якісному описі ГЕМК базовою характеристикою в множинних позначеннях служить умовна ймовірність стану $B_{\beta,j,\dots,r}$ відносно стану $A_{\alpha,j,\dots,k}$ відповідно формулі Бейеса. Тому, якщо ідентифікується інтегрований рівень тертя в породі та породоруйнівному інструменті або в опорних вузлах ГЕМК, то у ролі станів $A_{\alpha,j,\dots,k}$ з ймовірностями $P(A_{\alpha,j,\dots,k})$ виступає множина причин зміни інтегрованого рівня тертя від рівня штатного до аварійного значення. А як сукупність інформаційного відображення станів $B_{\beta,j,\dots,r}$ з умовними ймовірностями $P(B_{\beta,j,\dots,r} | A_{\alpha,j,\dots,k})$ виступають оцінки різних способів (каналів) одержання інформації про поточний технічний та технологічний стан ГЕМК. Одним з таких способів відповідно являється широко використовуваний на гірничому виробництві вибірковий термометричний інформаційні сигнали $B_{n+1} \dots B_m$, наприклад рис. 1, де відображено аварійне тертя (скафінг) по термопарі №2 в основних підшипниках ковзання барабану млина типу ММС 90*30. В даному випадку контрольована температура перевищила максимально допустиму (56^0C) по цьому конструктивному елементу і відповідно система термометричної ідентифікації аварії зупинила барабанний млин. Термометричний метод ідентифікації показав себе як один з найбільш надійних на виробництві, і тому має дуже широке застосування. Але в силу своєї фізичної природи це дуже інерційний засіб, що у важко навантажених ГЕМК досить час-

то захищає від аварій з недопустимим запізненням, як і в представленому на рис. 1 випадку. Тут в подальшому необхідно було демонтувати опору та усувати наслідки аварії. Іншими способами є використання вибірко-вих вібраційних інформаційних сигналів $B_1 \dots B_n$ (рис. 2) та енергетичних інформаційних сигналів $B_{m+1} \dots B_k$ (рис. 3), що пропонуються як базові інформаційні джерела для вирішення задач ідентифікації ГЕМК [2].

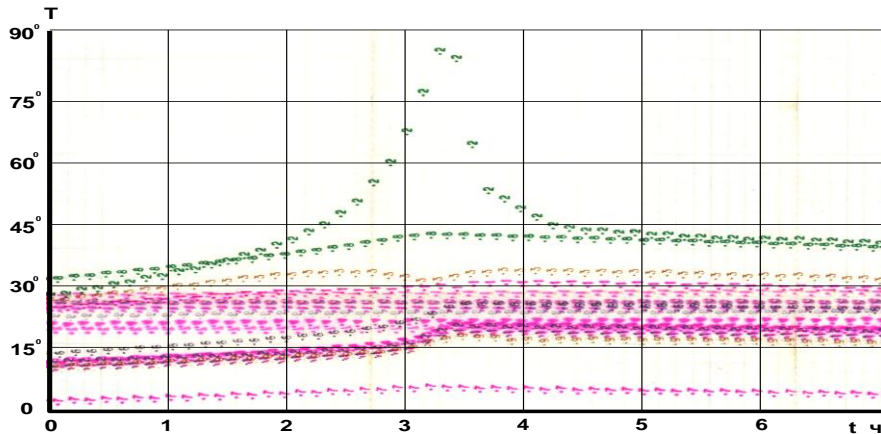


Рис. 1. Термометричні інформаційні сигнали $B_{n+1} \dots B_m$ з термопар в основних підшипниках ковзання барабану млина типу ММС 90*30 в аварійному стані скафінгу

Поява станів $B_{\beta, j, \dots, r}$ на виході виміральної автоматизованої системи керування (АСК) технологічними процесами (ТП) у вигляді вектора вимірів вибірки величин ймовірно визначається сукупністю входних станів $A_{\alpha, j, \dots, k}$, що складають за формулою повної ймовірності групи несумісних технологічних або технічних станів по множині причин зміни опору в породоруйнівному інструменті, або іншому робочому органі. Ці причини оперативної зміни тертя в робочих режимах до аварійного значення у найбільш типових ТП і ГЕМК можна ідентифікувати через зворотні умовні ймовірності по входу системи за допомогою апостеріорних ймовірностей повної групи подій $A_{\alpha, j, \dots, k}$ за виразом:

$$P(B_{\beta, j, \dots, r}) = \sum_{v=1}^h \dots \sum_{\alpha=1}^k P(B_{\beta, j, \dots, r} | C_{v, j, \dots, h}) P(C_{v, j, \dots, h} | A_{\alpha, j, \dots, k}) P(A_{\alpha, j, \dots, k}). \quad (1)$$

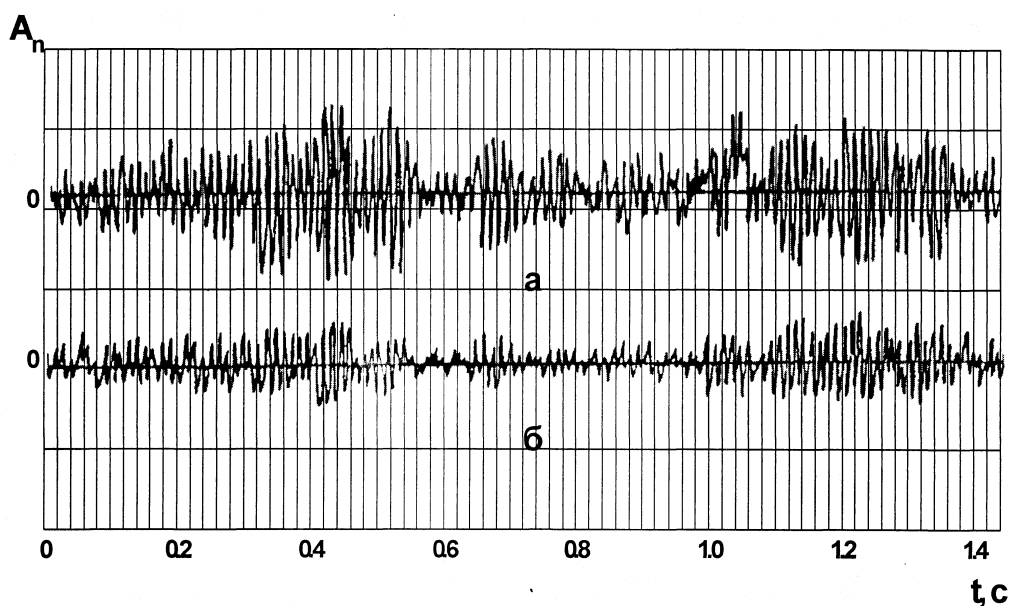


Рис. 2. Стандартні сигнали вібрацій в опорах барабану млина типу ММС 70*23, що зняті синхронно відповідно по горизонтальній осі (а) та по вертикальній осі (б) в штатному робочому режимі

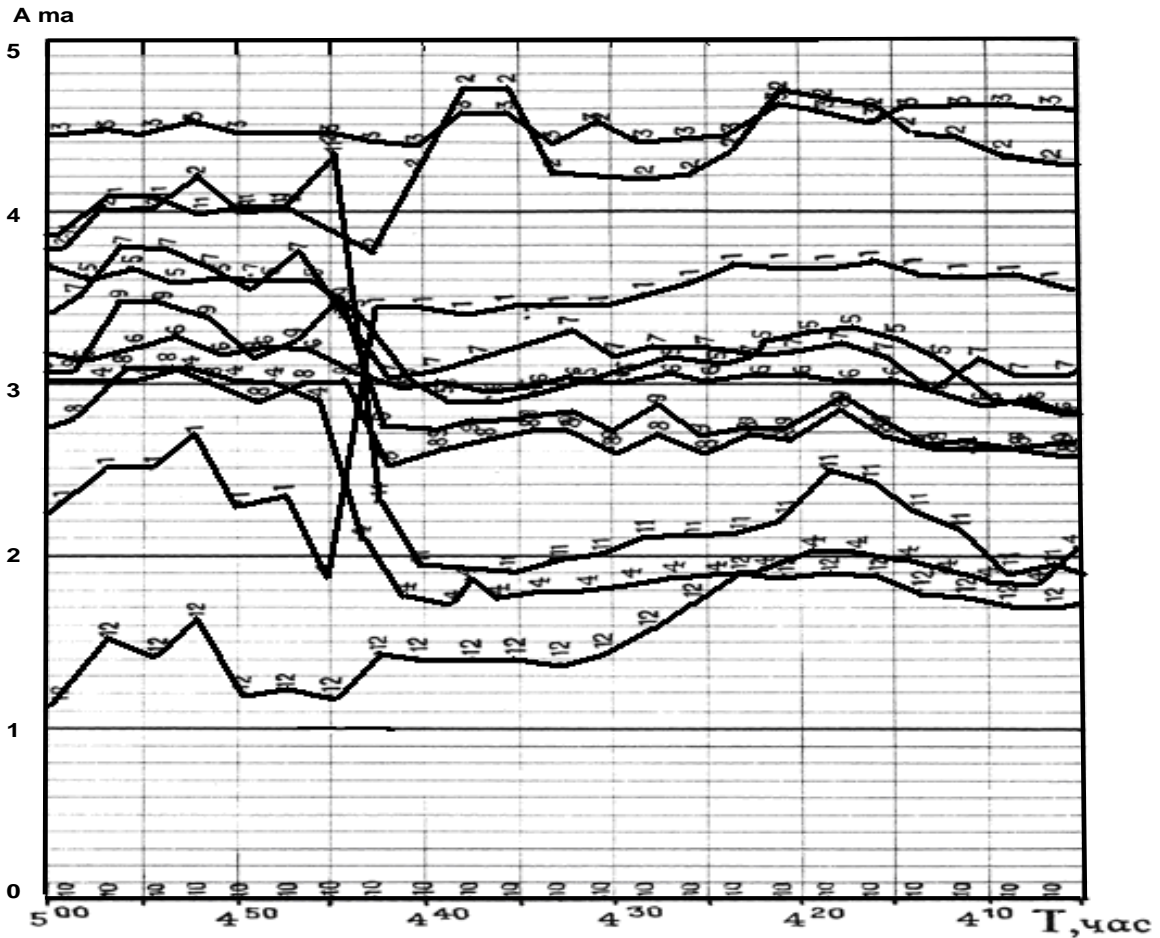


Рис. 3. Оцилограма зміни енергетичних сигналів, амплітуд частотних діагностичних параметрів потужності, що споживається приводним двигуном типу СДМ 32-24-59-80 барабанного млина ММС 90*30А в аварійному режимі по скафіngu:
 1 – 0.185 Гц, 2 – 0.55 Гц, 3 – 1.0 Гц, 4 – 1.8 Гц, 5 – 2.6 Гц, 6 – 3.4 Гц, 7 – 4.15 Гц, 8 – 5.8 Гц,
 9 – 7.7 Гц, 10 – 0.0, 11 – 0.21 Гц, 12 – 0.05 Гц

З використанням множини параметрів “стану”, для концептуального визначення технологічного і технічного відображення ТП та ГЕМК при вирішенні задач процесів керування АСК ТП, у якісному представленні відповідна вихідна подія $B_{\beta,j,\dots,r}$ визначається вхідним станом $A_{\alpha,j,\dots,k}$ та подійним станом $C_{v,j,\dots,h}$ у цей же момент часу. Внаслідок цього апостеріорні умовні ймовірності вхідних станів $A_{\alpha,j,\dots,k}$ з урахуванням стану системи $C_{v,j,\dots,h}$, можуть бути відображені тоді як

$$P(A_{\alpha,j,\dots,k} | B_{\beta,j,\dots,r}) = \frac{\sum_{v=1}^h \dots \sum_{\alpha=1}^k P(B_{\beta,j,\dots,r} | C_{v,j,\dots,h}) P(C_{v,j,\dots,h} | A_{\alpha,j,\dots,k}) P(A_{\alpha,j,\dots,k})}{\sum_{\beta=1}^r \dots \sum_{v=1}^h \dots \sum_{\alpha=1}^k P(B_{\beta,j,\dots,r} | C_{v,j,\dots,h}) P(C_{v,j,\dots,h} | A_{\alpha,j,\dots,k}) P(A_{\alpha,j,\dots,k})} \quad (2)$$

Додатковими прикладами випадкових станів $A_{\alpha,j,\dots,k}$, що прикладаються на входи ідентифікованих ТП та ГЕМК, являється перебування в заданих межах значень: осьових навантажень H і обертів ω породуруйнівних інструментів в бурових комплексах; температур T в підшипникових опорах, статорах та роторах електродвигунів; витрат Q та тиску P промивальної рідини у бурових комплексах і т.д. Стани типу $B_{\beta,j,\dots,r}$ на виході ГЕМК визначаються як реакції на виникаючі стани $A_{\alpha,j,\dots,k}$, і можуть бути представлені як задані рівні технологічних і технічних параметрів ГЕМК, як якісні та кількісні показники вихідних

параметрів для бурових комплексів механічної швидкості буріння V , проходки на коронку X , витрат промивальної рідини та ін.

Кількісне, не множинне представлення вхідних, вихідних змінних і змінних стану здійснюється через випадкові величини або випадкові функції. Для одномірної моделі при розгляді її одночасно, стохастично по каналу вхід (U) – вихід (Y), з відповідним утворенням системи двох випадкових величин повною характеристикою являється ймовірнісна модель у вигляді умовної щільності ймовірності $f(y | u)$ [3, 4, 5]

$$f(y_t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(y_t | u_s) f(u_s) du_s \cdot \quad (3)$$

Вираз (1) дає можливість достовірного визначення повної характеристики вихідної змінної $f(y)$ за відомою характеристикою вхідної змінної $f(u)$ об'єкту.

Ймовірнісні моделі ТП та ГЕМК (Ω, P) вважаються знайдені, якщо визначено простір елементарних станів $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_i, \dots, \omega_k\}$ і кожному ω_i зі Ω знайдена ймовірність p_i . Дослідження цієї ж одномірної моделі з урахуванням оперативного стану показало, що наступний стан $f(x)$ визначається за умовною щільністю ймовірності $f(x | u)$ і повною характеристикою вхідної змінної $f(u)$ при значенні чистого запізнювання $q = k - s$ в наступному як

$$f(x_k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x_k | u_s) f(u_s) dx_k \cdot \quad (4)$$

Вихідна змінна $f(y_t)$ в момент t у цьому випадку буде визначена, по-перше, за умовною щільністю ймовірності $f(y_t | x_k)$ і відомою характеристикою попереднього стану $f(x_k)$ в момент k , і, по-друге, за відомою повною характеристикою вхідної змінної $f(u_s)$ в момент s і умовною щільністю ймовірності $f(x_k | u_s)$ за виразом

$$f(y_t) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(y_t | x_k) f(x_k | u_s) f(x_k) f(u_s) dx_k du_s \cdot \quad (5)$$

Відповідно на рис. 4 представлена схема загального розподілу параметрів та їх щільності ймовірності в гірничих електромеханічних комплексах.

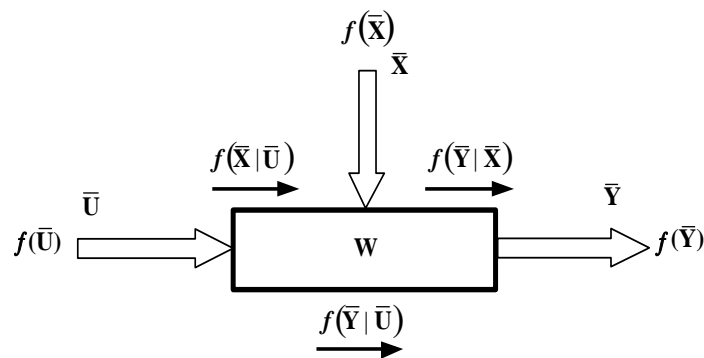


Рис. 4. Схема розподілу параметрів вхід (U), стан (X) і вихід (Y) ГЕМК і відповідних їм безумовних ($f(U)$, $f(X)$, $f(Y)$) і умовних ($f(X|U)$, $f(Y|X)$, $f(Y|U)$) щільностей ймовірності

Для випадкових сигналів виходу Y , стану X і входу U , розглянутих одночасно, з утворенням системи трьох випадкових величин, у якості їх спільної, повної характеристики приймається спільна функція розподілу ймовірностей тривимірної випадкової величини $F(y, x, u)$, що відповідно до визначення функції розподілу являється ймовірність одночасного виконання нерівностей $Y < y$, $X < x$ і $U < u$ і розглянута функціонально за аргументами y , x і u , вона забезпечується виразом

$$F(y, x, u) = P(Y < y, X < x, U < u). \quad (6)$$

Тоді щільність спільного розподілу ймовірності (тривимірна щільність імовірності) для безперервних випадкових сигналів Y, X і U буде дорівнювати

$$f_3(y, x, u) = \frac{\partial^3 F(y, x, u)}{\partial y \partial x \partial u}. \quad (7)$$

Визначення оперативних оцінок одомірної щільності ймовірностей $f(y_t)$, $f(x_k)$ і $f(u_s)$, двомірної щільності ймовірностей $f(y_t, x_k)$, $f(x_k, u_s)$, $f(y_t, u_s)$ та спільної тривимірної щільності ймовірності $f(y, x, u)$, а також умовних щільностей ймовірностей $f(y_t | x_k)$, $f(x_k | u_s)$, $f(y_t | u_s)$ та спільної умовної щільності ймовірності $f(y | x, u)$ виконується за допомогою експериментальних досліджень ТП і ГЕМК в реальних робочих режимах експлуатації [1, 6, 7].

Надалі за отриманими експериментальними результатами будуються відповідні двомірні та тривимірні кореляційні таблиці, за якими вже можна визначити площинні та просторові розподіли. Труднощі проведення множинних вимірів, необхідних для одержання з достатньою довірчою ймовірністю значень, що складають кореляційні таблиці, вкрай утрудняють та обмежують практичне застосування в системах ідентифікації та керування як безумовної, так і умовної щільності ймовірностей. Внаслідок цього стає перспективним виділення та застосування різних чисельних характеристик множинних реалізацій вимірюваних інформаційних сигналів різного виду. Для рішення задач ідентифікації та керування ГЕМК в АСК ТП з прогнозуванням технологічного і технічного стану гірничих комплексів у якості базових таким чином формуються відповідні умовні чисельні характеристики.

Такими умовними моментними числовими характеристиками залежностей вектора виходу від вектора входу можуть бути: $M_i(Y | u_i)$ – умовне математичне очікування двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень виходу Y від вхідної змінної u_i ; $D_i(Y | u_i)$ – умовна дисперсія двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень виходу Y від вхідної змінної u_i ; $\sigma(Y | u_i)$ – умовне середньоквадратичне відхилення двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень виходу від вхідної змінної u_i ; $E_i(Y | u_i)$ – умовний ексцес двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень виходу Y від вхідної змінної u_i ; $A_i(Y | u_i)$ – умовна асиметрія двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень виходу Y від вхідної змінної u_i ; $MM(Y | U)$ – математичне очікування умовних математичних очікувань $M_i(Y | u_i)$ двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень вектора виходу Y від вектора вхідної змінної U ; $DM(Y | U)$ – дисперсія умовних математичних очікувань $M_i(Y | u_i)$ двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень вектора виходу Y від вектора вхідної змінної U ; $\sigma M(Y | U)$ – середньоквадратичне відхилення умовних математичних очікувань $M_i(Y | u_i)$ двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень вектора виходу Y від вектора вхідної змінної U ; $EM(Y | U)$ – ексцес умовних математичних очікувань $M_i(Y | u_i)$ двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень вектора виходу Y від вектора вхідної змінної U ; $AM(Y | U)$ – асиметрія умовних математичних очікувань $M_i(Y | u_i)$ двомірної спільної щільності ймовірності $f(y, u)$ випадкових значень вектора виходу Y від вектора вхідної змінної U і так далі. Відповідно формується множина аналогічних інформаційних числових оцінок і по математичному очікуванню умовної дисперсії, дисперсії умовної дисперсії, ексцесу умовної дисперсії та асиметрії умовної дисперсії відносно вхідної змінної. Повний комплекс сформованих умовних моментних числових характеристик відображає також і залежність вектора стану від вектора входу і залежність вектора виходу від вектора стану. При цьому кожна з моментних числових характеристик має свою інформаційну вагу відображення відносно оперативних інформаційних процесів, що супроводять складні робочі процеси тяжко навантажених гірничих електромеханічних комплексів.

Висновки. Отже, реальне ускладнення технологічних процесів та конструктивно складні ГЕМК, як структурно, так і параметрично, із постійно існуючою вимогою до максимально можливої вірогідності здійсненої ідентифікації, обумовлює розгляд ГЕМК за трьома факторами-зображеннями – “вхід-стан-вихід”.

Метою технологічного процесу ідентифікації і являється рішення комплексу питань, пов'язаних з оперативним визначенням поточного стану ТП і ГЕМК, що контролюються, і характеру зміни цього стану в часі і просторі. При цьому треба підкреслити, що апіорна (логічна) та апостеріорна (вимірювана) інформації технологічних процесів, які використовуються при діагностуванні та ідентифікації, тісно пов'язані ймовірнісним описом функціонально зв'язаної множини випадкових подій.

Список літератури

1. Мещеряков Л.И. Математические основы представления стохастических состояний диагностируемых горных агрегатов / Л.И. Мещеряков // Научный вестник НГАУ. – Днепропетровск, 2002. – №6. – С. 95–98.
2. Мещеряков Л.И. Разработка и результаты промышленных испытаний системы ранней диагностики затираний в подшипниковых узлах барабанных мельниц / Л.И. Мещеряков, И.К. Младецкий, О.В. Модзилевский, В.П. Попов, С.Г. Рудоманова, С.В. Семенов, В.В. Кукинов, / Метрологическое обеспечение и автоматизация технологических процессов – основа повышения качества продукции горнорудных предприятий // Материалы научно-технической конференции. – Губкин. – 1988. – С. 58–59.
3. Мещеряков Л.И. Идентификация и диагностирование технического состояния технологических агрегатов / Л.И. Мещеряков. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1997. – №1,2. – С. 30–31.
4. Дисперсионная идентификация / Под редакцией Н.С. Райбмана. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 336 С.
5. Мещеряков Л.И. Моделирование динамики горных электромеханических систем для оптимизации задачи их автоматического диагностирования / Л.И. Мещеряков. // Вибрации в технике и технологиях, 2000. №4(16). С. 68–70.
6. Мещеряков Л.И. Основні задачі енергоінформаційних технологій діагностування бурових комплексів / Л.И. Мещеряков // Научный вестник НГАУ.: Науч.-техн. журнал, 2006. – №7. – С. 71–74.
7. Мещеряков Л.И. Стан і тенденції розвитку інтегрованих комп'ютерних технологій діагностування гірничих електромеханічних систем / Л.И. Мещеряков. // Научный вестник НГАУ.: Науч.-техн. журнал, 1999. №1. – С. 113–115.

Рекомендовано до друку д-ром техн. наук, проф. Слесаревим В.В.

УДК 669.162-58

А.В. Подгородецкий, А.И. Швачка, канд. техн. наук

(Украина, Днепр, ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»)

НАСТРОЙКА ПИД - РЕГУЛЯТОРА ИНЕРЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРНО - МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

***Анотація.** На підставі теоретичного аналізу та експериментальних досліджень визначено безпошуковий метод настройки ПИД - регулятора інерційними об'єктами гірничо-металургійного комплексу з запізненням. Отримано настройки регулятора в залежності від каналу внесення обурює впливу з використанням субоптимального регулятора на мінімум інтегрального квадратичного показника якості, а також обґрунтовано рекомендації по налаштуванню безітераційної розрахункової моделі. Проаналізовано необхідні вимоги по роботі автоматичного регулятора і обґрунтований вибір єдиних налаштувань регулятора з ПИД - законом регулювання з урахуванням вимог підвищення швидкодії і показниками якості автоматичної системи регулювання.*

***Ключові слова:** ПИД - регулятор, настройка, якість регулювання, інтегральна квадратична оцінка, перехідна характеристика.*

***Аннотация.** На основании теоретического анализа и экспериментальных исследований определен беспысловый метод настройки ПИД – регулятора инерционными объектами горно-металлургического комплекса с запаздыванием. Получены настройки регулятора в зависимости от канала внесения возмущающего воздействия с использованием субоптимального регулятора на минимум интегрального квадратичного показателя качества, а также обоснованы рекомендации по настройке безитерационной расчетной модели. Проанализированы необходимые требования по работе автоматического регулятора и обоснован выбор единственных настроек регулятора с ПИД - законом регулирования с учетом требований повышения быстродействия и показателем качества автоматической системы регулирования.*

***Ключевые слова:** ПИД - регулятор, настройка, качество регулирования, интегральная квадратичная оценка, переходная характеристика.*

***Abstract.** Based on the theoretical analysis and experimental studies, a non - reference method for tuning the PID regulator by inertial objects of the mining and metallurgical complex with delay is defined. Regulator settings are obtained depending on the channel of disturbance input with the use of a suboptimal regulator for a*